Untersuchungen

über

den Bau und die Entwicklung

der

Haftlappen bei den Geckotiden.

Von

Anton Haase, aus Schleswig.

Hierzu Tafel XIII—XIV.

Einleitung.

Jene Einrichtungen, welche uns unter den Wirbellosen in zahlreicher Form und mannigfacher Modification entgegentreten, Organe, welche die Tiere befähigen, sich an glatten Flächen festzuhalten oder zu bewegen, erfahren im Stamme der Wirbeltiere eine merkliche Einschränkung. Unter den Reptilien sind es die Geckotiden oder Ascaloboten, deren Unterseite der Zehen mit Haftapparaten versehen ist, die man als Haftscheiben oder Haftorgane bezeichnet. Dieselben ermöglichen es diesen Tieren, sich nicht nur an glatten und senkrechten Wänden festzuhalten, sondern sich selbst an überhängenden Flächen geschickt fortzubewegen.

Obwohl diese Organe den Zoologen schon seit langer Zeit bekannt waren, so gehören doch die hauptsächlichsten Arbeiten, welche uns über den Bau und ihre Funktionsweise näheren Aufschluss geben, erst den letzten Jahrzehnten an. Namentlich sind hier die Arbeiten von Cartier, Braun und Nicolas anzuführen. Immerhin kann man die Untersuchungen noch nicht als abgeschlossen betrachten, da einerseits sich verschiedene Ansichten gegenüberstehen, andererseits offengelassene Fragen, wie die Entwicklung der Cuticularbildungen, noch einer Beantwortung harren.

Diesen Punkten näher getreten zu sein, verdanke ich der Anregung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. Chun, der mir zur Ausführung meiner Untersuchungen in liebenswürdiger Weise die ausgewachsenen Exemplare aus der Sammlung des zoologischen Instituts sowie eine Anzahl wertvoller Gecko-Embryonen zur Verfügung stellte. Die letzteren wurden von Dr. Stuhlmann in Ost-Afrika gesammelt und dem Hamburger Museum übermittelt. Es

ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Chun meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Ebenso den Herren Dr. zur Strassen und Dr. Woltereck, welche meine Untersuchungen mit Interesse verfolgten und förderten, besten Dank.

Geschichtliches.

Schon den Alten waren die Geckotiden bekannt. Sie bezeichneten diese Tiere, wie Ovid berichtet, wegen der kleinen, sternförmigen Flecken auf dem Rücken mit dem Namen Stellio. Sie waren von ihnen sehr gefürchtet, teils wegen ihrer unheimlichen Lebensweise, teils wegen der Giftigkeit, die man ihnen nachsagte. So erzählt Aristoteles, dass der Stellio sich an Fenstern, Mauern und Gräben aufhalte, an den Wänden herumklettere und häufig von der Decke auf den Tisch herabfalle, dass er in den Krippen schlafe und die Esel am Fressen hindere. Während der vier kalten Monate des Jahres verberge er sich, häute sich dann im Frühjahr und verzehre seine abgeworfene Haut. Letzteres geschehe, wie Gesner (s. 1892 Brehms Tierleben) mitteilt, aus Missgunst, „damit solche kostbare Arzenei für die fallende Sucht den Menschen nicht su teil werde". Ferner versichert Plinius (s. 1892 Brehms Tierleben) dass der Gecko ein sehr gefährliches Mittel liefere; töte man ihn in Wein oder in Salbe, so entstünden bei denen, die den Wein tränken oder die Salbe benutzten, Sommerflecken. Giftig seien ferner ihr Biss und sogar die verbreiterten Füsse. So erzählt Bontius (s. 1892 Brehms Tierleben) von einem Matrosen, bei dem nur dadurch, dass ihm ein Gecko über die Brust gelaufen, Blasen entstanden seien. Hasselquist (s. 1892 Brehms Tierleben), ein Palästinafahrer, behauptet, dass ein in Egypten lebender Haftzeher aus den Furchen der Zehenscheiben ein Gift absondere, und dass derjenige, welcher Speisen geniesse, über die ein Gecko gelaufen, aussätzig werde. Dieses Gift sitzt nach Pöppig (s. 1892 Brehms Tierleben) auf den Zehenscheiben und wirkt, wenn auch nicht so schnell wie das der Schlangen, so doch unfehlbar tötlich. Genannter Forscher konnte zwar keine Giftdrüsen nachweisen, glaubte aber, dass das Gift nach Willkür ausfliesse. Furchtlos aber nehmen die Indianer diese Tiere in die Hand, wenn man ihnen zuvor die Füsse abgehauen hat. Kurz, es ist über wenige Reptilien soviel gefabelt worden wie über die Haftzeher, auf deren Giftigkeit, wie Lucian Bonaparte (s. 1892 Brehms Tierleben) sagt, in Süd-Europa jedermann schwört.

Wenn solche Annahmen, von einer Generation der folgenden überliefert, im Volke sich erhielten, so kann uns dies nicht so sehr in Verwunderung setzen, als wenn selbst Zoologen und zumal solche, die sich leicht lebende Exemplare verschaffen konnten, sich nicht durch eigene Untersuchung von der Unwahrheit solcher Behauptungen überzeugten. So schreibt Linné in der 12. Ausgabe der Systema naturae vom Gecko: „Pedibus exhalat venenum in esculentis". Gmelin, der Herausgeber der 13. Ausgabe, weiss es noch besser, er sagt:

„inter pedum lamellas inferiores succum virosum emittens, quem corporibus supra quae decurrit, cibis etiam efficat; hinc periculosa et colicam letalem excitando funesta".

Wagler (1830 p. 234) und Home (Citat aus Leydig 1876 p. 220), die wohl zuerst den Bau der Geckozehen untersuchten, erwähnen weder von Drüsen etwas noch von einem drüsigen Sekret; sie sprechen nur von feinen Hautplättchen und nehmen hinsichtlich der Funktionsweise eine Anheftung durch Luftdruck an. Beide Forscher vergleichen den Bau der Haftlappen mit den Haftballen am Fusse der Fliegen: hier wie dort ist auf der Unterseite ein feiner Flaum zugegen. Cartier (1872) war der erste, welcher den feineren Bau dieser Organe behandelte. Genannter Forscher bestreitet entschieden, dass die Haftlappen mit einem Sekret überzogen seien, er erklärt, auf zahlreichen Längsschnitten weder eine Drüse noch den Ausführungsgang einer solchen gesehen zu haben. Zudem teilt er mit, dass die Oberfläche eines jeden Haftlappen mit in regelmässigen Reihen stehenden Büscheln von Härchen besetzt ist, die er Cuticularhaare oder Cuticularborsten nennt. Diese, die Funktion der Haftlappen unterstützenden Gebilde, gehen bei jeder Häutung verloren und werden durch neue, in der Epidermis gebildete ersetzt. Auf Grund der Entstehungsweise dieser Härchen, die Cartier auch in der Epidermis anderer Reptilien vorfand (1874), bei denen sie aber nach der Häutung verloren gehen, kommt er zu dem Schluss, dass die Cuticularbildungen auf den Haftlappen der Geckotiden sich erst in zweiter Linie der Funktion der Haftorgane angepasst haben, während ihre primäre Aufgabe darin besteht, den Häutungsprocess einzuleiten.

Diese Annahme wurde weiterhin noch durch die Untersuchungen Braun's (1877—78) insofern bestätigt, als er auf Längsschnitten durch die Zehen von Geckoembryonen nachwies, dass die embryonalen Haftlappen keinen Härchenbesatz tragen, sondern denselben erst nach der ersten Häutung aufweisen.

Endlich habe ich noch die Arbeiten von Todaro (1878) und Nicolas (1887) zu erwähnen, welche die histologischen Verhältnisse der Haftlappen behandeln.

Cartier, Todaro und Nicolas erörtern die Frage, wie und auf Kosten welcher Zellen sich die Härchen entwickeln. Ich will hier nur hervorheben, dass die genannten Autoren in ihren Ansichten auseinandergehen; an anderer Stelle werde ich noch genauer auf diese Punkte einzugehen haben.

Makroskopischer Bau der Haftorgane.

Während sich die Extremitäten der Geckotiden im allgemeinen durch ihre Kürze auszeichnen, fällt uns speziell an den Zehen eine starke Verbreiterung auf, die sich auf den dorsalen Teil wie auch ganz besonders auf den unteren palmaren Abschnitt ausdehnt. Der Zehenrücken ist gewölbt, die Unterseite der Zehen hingegen, die

Haftscheibe, tritt uns als eine ebene Fläche von birnenförmiger Gestalt entgegen. Selbige nimmt bei manchen Geckonen die ganze Zehenunterseite in Anspruch, bei anderen bleibt sie entweder auf das distale oder das proximale Ende beschränkt. Eine genauere Betrachtung zeigt, dass die Haftscheiben sich aus Hautblättchen zusammensetzen, welche in transversaler Richtung über die Unterseite der Zehen verlaufen und zu einer oder zu zwei Reihen angeordnet hintereinander stehen. Die Breite der einzelnen Blätter nimmt entsprechend der sich nach der Zehenbasis zu verjüngenden Haftscheibe von vorn nach hinten ab. Was die Zahl derselben anlangt, so ist selbige bei den verschiedenen Gattungen Schwankungen unterworfen. Bemerkenswert ist hingegen, dass der Längsdurchmesser der einzelnen Blättchen in Correlation zu der Anzahl steht. Sind ihrer nur wenige vorhanden, so ist der Durchmesser um so grösser, sind sie zahlreich, so ist er nur gering. Man könnte somit im ersteren Falle von Lappen sprechen, im Letzteren dieselben als Lamellen bezeichnen.

Was weiter die Richtung anlangt, so ist zu erwähnen, dass sämmtliche Lappen mit ihrem freien Rande nach der Spitze der Zehen zu gerichtet sind.

Wie die Haftscheiben, so zeigen auch die Krallen bei den verschiedenen Gattungen Unterschiede. Meistenteils sind die Zehen mit kurzen und spitzen Krallen bewaffnet, die bei manchen zurückziehbar sind. Bei anderen fehlen sie an einer oder an mehreren Zehen. Endlich ist noch hervorzuheben, dass die Zehen entweder frei oder durch Häute mit einander verbunden sein können.

Die genannten Unterschiede bezüglich der Beschaffenheit der Haftscheiben, Krallen und Häute haben dem Zoologen manche Mittel an die Hand gegeben, die einzelnen Gattungen der Geckotiden zu bestimmen und abzugrenzen. Anlehnend an die von Ludwig (Leunis 1883) gegebenen Einteilung zähle ich hier die wichtigsten Gattungen auf, indem ich bei jeder mit kurzen Worten die Form der Haftscheiben, die Beschaffenheit der Krallen und die Verbindungsweise der Zehen miteinander berücksichtige.

Gymnodactylus:

Die Zehen sind sehr wenig und nur an der Wurzel verbreitert. Die Unterseite setzt sich aus einer Reihe von Haftlappen zusammen. Alle Zehen sind in der Mitte rechtwinklig geknickt und mit zurückziehbaren Krallen bewaffnet.

Hemidactylus:

Die Zehen sind nur an der Wurzel aber hier deutlich verbreitert. Die Haftscheibe setzt sich aus einer doppelten Reihe von Blättchen zusammen. Das dünne Zehenende ist am vorderen Rande der Verbreiterung nach aufwärts gerichtet, die Krallen sind zurückziehbar.

Platydactylus:

Die Zehen sind der ganzen Länge nach verbreitert. Die Unterseite wird von einer Reihe querer Haftblätter gebildet, die einzelnen Zehen sind frei. Der Daumen entbehrt der Kralle.

Ptychozoon:

Die der ganzen Länge nach verbreiterten Zehen sind untereinander durch Haut verbunden. Die Haftscheibe ist wie bei Platydactylus gestaltet. Ebenso entbehrt der Daumen der Kralle.

Ascalobotes:

Die Zehen und Haftscheiben sind von gleichem Bau wie bei Ptychozoon. Ausser dem Daumen ist auch der zweite und fünfte Finger krallenlos.

Ptyodactylus:

Die Zehen sind frei, nur an der Spitze verbreitert und sämmtlich bekrallt. Die Haftscheibe ist zweiteilig. Die einzelnen Blätter sind fächerförmig angeordnet.

Phyllodactylus:

Die Zehen sind nur an der Spitze verbreitert. Die Haftscheibe ist von herzförmiger Gestalt und längsgeteilt. Sämmtliche Zehen besitzen Krallen, welche in die herzförmige Ausrandung zurückgezogen werden können.

Auf weitere, unter den übrigen Gattungen vorkommende Abweichungen einzugehen, glaube ich unterlassen zu dürfen; ich verweise zu diesem Zwecke auf die Lehrbücher der Systematik.

Wichtiger scheint hingegen die Frage zu sein, wie wir die Lappen und Lamellen, welche die Haftorgane zusammensetzen, zu deuten haben. Sie sind, wie Cartier (1872. Sep. Abdr. p. 15) bemerkt, nichts anderes, als in der Breite der Zehen sehr ausgedehnte Schuppen. Auf Längsschnitten treten sie uns als Erhebungen der Cutis entgegen, welche von der Epidermis überzogen werden. Sodann lassen sich an ihnen die charakteristischen Teile der Schuppen nachweisen: eine Basis und ein dem Körperende zugewendeter freier Rand. Wir haben ferner eine obere und eine untere Fläche zu unterscheiden. Die erstere und zugleich grössere, welche den Erdboden berührt, bezeichne ich als die palmare. Sie zerfällt in einen hinteren, von dem angrenzenden Lappen überdeckten Teil und einen vorderen, an den freien Rand stossenden Abschnitt, welcher die genannten Cuticularbildungen trägt und mit der Lupe betrachtet einen atlasartigen Glanz aufweist. Die untere, kleinere Fläche, welche dem Zehenrücken zugewendet ist, bezeichne ich als die dorsale.

Für die Schuppennatur dieser Lappen spricht ferner der histologische Bau derselben und endlich auch ihre Entwicklung.

Technisches.

Bevor ich zur Darstellung der histologischen Verhältnisse übergehe, will ich noch einige kurze Bemerkungen bezüglich der Technik vorausschicken. Was den feineren Bau der ausgebildeten Haftorgane betrifft, so erstrecken sich meine Untersuchungen auf Hemidactylus platycephalus, Hemidactylus verraculatus, Platydactylus guttatus, Phyllodactylus (Oedura?) und Gymnodactylus marmoratus, Exemplare,

welche aus der Sammlung des zoologischen Institutes stammten. Die einzelnen Zehen wurden teils mit Pikrinsäure, teils mit einprozentiger, alcoholischer Salpetersäure-Lösung entkalkt, worauf die weitere Behandlung in gewöhnlicher Weise erfolgte. Durch die in Paraffin eingebetteten Objekte wurden parallel zur Längsachse der Zehen und senkrecht zur Fusssohle Schnitte hergestellt, deren Stärke sich zwischen 4 und 8 μ bewegte. Die Färbung derselben geschah mittels Hämalaun. Nur diejenigen Schnitte, welche durch den mittleren Teil eines Haftlappens gelegt waren, gaben instruktive Bilder. Bemerkenswert ist endlich, dass sich die Einbettung der gefärbten Schnitte in Glycerin als vorteilhaft erwies.

Mikroskopischer Bau.

Jeder Haftlappen setzt sich, wie schon eingangs bemerkt, aus einer dem Zehenende zugeneigten Cutiserhebung und der dieselbe überziehenden Epidermis zusammen, welch' letztere uns zunächst beschäftigen soll. Entsprechend den Oberflächen des Lappens zerfällt sie in einen grösseren, dem Boden zugekehrten, palmaren Abschnitt, und einen kleineren, dem Zehenrücken zugewendeten, dorsalen Teil. Da beide Abschnitte in ihrem histologischen Bau bedeutende Unterschiede zeigen, so werde ich sie getrennt behandeln, zuvor aber die beiden zukommende äussere Schicht vorwegnehmen.

Äusserste Schicht der Haftlappen.

Unter allen Schichten der Reptilienhaut ist gerade diese von besonderer Wichtigkeit. Die Auffassungen der einzelnen Autoren bezüglich der Natur dieses Oberhäutchens gehen weit auseinander.

Leydig, welcher die Ansicht vertritt, dass bei den drei niedrigsten Wirbeltierklassen die Körperoberfläche ähnlich wie bei den Wirbellosen durch eine cuticulare Schicht begrenzt wird, bezeichnet in seinen Arbeiten über Reptilienhaut (1868, 1873, 1876) dasselbe als Cuticula, eine selbständige Membran, welche von darunter gelegenen Zellen ausgeschieden worden ist. Dies ist nach Cartier (1872) bei den Geckotiden nicht der Fall, weil die oberflächlichen Lagen des rete Malpighii auf eine solche Entstehungsweise keineswegs hindeuten. Genannter Autor nimmt vielmehr an, dass (1872 Sep. Abdr. p. 9) wie bei höheren Wirbeltieren aus polygonalen Zellen breitere, sich abflachende und schliesslich ganz platte Formen hervorgehen, welche ihre Kerne und endlich ihre Contouren verlieren. Wenn Cartier aber auch eine eigentliche Cuticula leugnet, so beschreibt er doch (1872. Sep. Abdr. p. 11—16) eine Reihe von Bildungen, die er als cuticulare angesehen wissen will.

Auch von Seiten F. E. Schulze's (1867, 1869) fanden die Leydigschen Anschauungen lebhaften Widerspruch. Zwar giebt genannter Forscher das Vorhandensein einer das Integument gleichmässig über-

ziehenden Cuticula bei den Fischen, Amphibienlarven und Perennibranchiaten zu, behauptet aber, dass den drei höheren Wirbeltierklassen eine echte Cuticula nicht zukomme. F. E. Schulze (1869 p. 311) betrachtet die oberflächliche, homogene Begrenzungsschicht der Reptilienepidermis als eine Lage verhornter Zellen.

In einer späteren Arbeit nähert Cartier (1874) sich den Leydigschen Anschauungen und sucht dieselben mit denen Schulze's zu vereinigen, indem er die Ansicht vertritt, dass der äussere Teil der Epidermis weder allein verhornte Zellenlage noch Cuticula, sondern eine zusammenhängende Bildung aus beiden Materien darstellt.

Energischeren Widerspruch findet Leydig von Seiten Kerbert's (1876), welcher sowohl das Vorhandensein einer Cuticula, als auch cuticularer Bildungen leugnet. Er nennt diese Schicht (1876. Sep. Abdr. p. 28) „Epitrichialschicht", weil sie derjenigen oberflächlichsten, fötalen Lage der Wirbeltierepidermis homolog ist, unter der sich das Haarkleid entwickelt, und für welche Welker (1864 p. 26) den Namen Epitrichium einführte. Als Epitrichialschicht definiert Kerbert (1876. Sep. Abdr. p. 28, 29) „diejenige oberflächlichste, embryonale Schicht der Epidermis, welche entweder allmählich und teilweise vor oder nach der Geburt verloren geht (Säugetiere, Vögel), oder welche mit der eigentlichen Hornschicht verwächst und im Zusammenhang mit dieser nach der Geburt bei der ersten Häutung abgeworfen wird (Amphibien, Reptilien)". Die Skulpturen auf der Epitrichialschicht bezeichnet Kerbert als Erhebungen von Zellen.

Auf den in der Kerbert'schen Definition liegenden Widerspruch — Kerbert spricht einmal von der Epitrichialschicht erwachsener Reptilien und bezeichnet dieselbe dann als embryonale Schicht — haben schon Gardiner (1885 p. 303) und Lwoff (1885 p. 317, 318) aufmerksam gemacht.

Wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, ist die äusserste Schicht der ausgebildeten Haftlappen derjenigen der embryonalen nicht homolog. Ich bezeichne daher nur die letztere als Epitrichium. Ferner hält auch Maurer (1895 p. 203) eine Übertragung dieses Namens auf die oberflächliche Schicht der Reptilienhaut für falsch. Er bezeichnet die oberflächlichste embryonale Schicht als „fötales stratum corneum".

Während es Cartier (1872. Sep. Abdr. p. 8) durch keine Reagens gelang, dieses Oberhäutchen in zellige Elemente zu zerlegen, sah Kerbert dasselbe (1876. Sep. Abdr. p. 8) aus polygonalen Zellen zusammengesetzt.

Auf allen von mir durch die Haftlappen erwachsener Geckotiden angefertigten Schnitten ist die äusserste Schicht durch den Zug des Messers von ihrer Unterlage abgehoben. Sie ist nicht gefärbt und tritt uns, auf der palmaren Fläche dicker als auf der dorsalen, als eine Schicht entgegen, in der weder Zellcontouren noch Kerne sichtbar sind und erweckt als eine homogene Lage den Eindruck einer ausgeschiedenen Substanz, einer Cuticula. Als solche

fasst sie Braun auch auf. Er sagt in seiner Arbeit „über die Haftorgane an der Unterseite der Zehen von Anolius“ (1879 p. 34) wörtlich: „Ohne Zweifel ist die härchentragende, gelbe Platte“ — dieser entspricht die äussere palmare Schicht der Gecko-Haftlappen — „eine echte Cuticula, wofür ihr völlig homogenes Aussehen, ihre gelbliche Farbe und die starke Lichtbrechung spricht“. Ob dem so ist, kann ich leider nicht mit Bestimmtheit bejahen. Ich trete dieser Frage noch an anderer Stelle näher, doch ist es, wie ich gleich hier bemerken will, äusserst schwierig, ein Stadium zu finden, welches einen unumstösslichen Beweis liefert.

Die „äusserste Schicht“ der palmaren Fläche ist insofern noch von Bedeutung, als auf ihr merkwürdige Bildungen stehen. Auf jenem Abschnitt, welcher an den freien Rand des Lappens stösst, sind es Büschel von Haaren, welche in regelmässigen Reihen nebeneinander stehen und eine Länge von 127 μ (Cartier 1872 p. 15) erreichen. Letztere nimmt nach rückwärts allmählich ab. Diese Gebilde, welche als Fortsätze der äusseren, homogenen Epidermisschicht erscheinen, stellen sich als Stäbchen dar, welche eine zarte Längsstreifung erkennen lassen, und deren freies Ende pinselartig verbreitert ist. Ein solches Büschel löst sich, wie Cartier (1872. Sep. Abdr. p. 15) bemerkt, leicht ab und zeigt an seiner Basis eine trichterförmige Ausbuchtung, die auf einen kleinen konischen Zapfen der Epidermisoberfläche passt. Die Abbildungen von Nicolas (1887) wie auch meine eigenen Präparate lassen eine solche Beschaffenheit nicht erkennen, sondern zeigen vielmehr, dass jedes Büschel gleichmässig in die oberflächliche Schicht der Epidermis übergeht. Während diese Bildungen auf den vorderen Abschnitt der palmaren Fläche beschränkt bleiben, ist der hintere Teil derselben mit weit einfacheren Cuticularbildungen besetzt. Hier sind es kleine Härchen, welche in unzählbarer Menge dicht gedrängt beisammen stehen. Ihre Grösse nimmt von vorn nach hinten successive ab. Die Länge der vordersten entspricht ungefähr dem dritten Teile derjenigen der kleinsten Cuticularbüschel. Nach Cartier (1872 p. 12) finden sich diese einfachen Härchen im Gegensatz zu jenen besprochenen Bildungen, deren Vorkommen auf die Haftlappen beschränkt ist, auch an anderen Körperstellen der Geckotiden vor, wie auf den Hervorwölbungen der Epidermis, welche Sinnesorganen entsprechen, und auf den Rückenschuppen von Ptyodactylus natalensis.

Epidermis der dorsalen Fläche.

Kehren wir nach Beschreibung der oberflächlichen Schicht und ihrer für die Haftlappen in Frage kommenden Gebilde zur Betrachtung der Epidermis zurück, so fällt uns auf den ersten Blick auf, dass sich diejenige der palmaren Fläche einerseits durch ihre enorme Dicke, andererseits durch ihren complicierteren Aufbau wesentlich von der Epidermis des dorsalen Abschnittes unterscheidet. Ich kann mich daher hinsichtlich der Beschreibung der letzteren kurz fassen.

Zu unterst, der Cutis anliegend, haben wir das rete Malpighii oder stratum mucosum. Dasselbe setzt sich aus mehreren Lagen plasmatischer Zellen zusammen, von denen die untersten, der Cutis direkt aufsitzenden, von cylindrischer Form, die darüber liegenden abgerundet sind. Auf das rete Malpighii folgt das stratum intermedium, eine Schicht, bestehend aus zwei bis drei Lagen grosser, abgeplatteter plasmatischer Zellen. Hierauf folgt ein dünneres stratum corneum. Die Zellen dieser Schicht sind ganz glatte Schüppchen, in denen infolge des intensiven Verhornungsprocesses Kerne nicht mehr nachweisbar sind. Sie bilden meist keine geschlossene Lage, sondern sind zerfasert, sodass die Oberfläche wellig erscheint. Infolge dieser zerfaserten Beschaffenheit ist die oberflächliche homogene Schicht nicht an allen Stellen deutlich nachweisbar.

Von gleicher Beschaffenheit wie die dorsale Epidermis ist ferner auch jener Teil, welcher die Verbindungen zwischen je zwei hintereinander gelegenen Lappen darstellt; endlich auch jener Abschnitt der palmaren Epidermis, welcher an diese Verbindungsstelle unmittelbar angrenzt. Im übrigen kann ich konstatieren, dass die dorsale Epidermis der Haftlappen mit derjenigen des entsprechenden Abschnittes der Schuppen anderer Reptilien, wie sie Maurer beschrieben hat, — der dorsalen Fläche der Haftlappen würde die untere Fläche der Schuppen entsprechen — hinsichtlich des histologischen Baues im Wesentlichen übereinstimmt.

Epidermis der palmaren Fläche.

Ein weit höheres Interesse bietet uns nun die Epidermis der palmaren Fläche. Ausser der ganz beträchtlichen Stärke sind es namentlich die zur Zeit der Häutung in derselben gelegenen, von auffallend grossen Zellen begrenzten Cuticularbildungen, welche unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Bevor ich jedoch auf die Schilderung der Einzelheiten eingehe, halte ich es für angebracht, die allgemeinen, charakteristischen Merkmale der Reptilienhaut vorauszuschicken.

Als ein solches müssen wir die in dem sogenannten Häutungsprozess sich periodisch vollziehende Abstossung der äussersten Epidermisgeneration obenanstellen. Mit diesem Vorgange stehen Zusammensetzung und Wachstumserscheinungen der Reptilienoberhaut in engem Zusammenhang.

Die Epidermis der Reptilien ist durchweg geschichtet. Sämmtliche Zellen erleiden in dem Masse, wie sie gegen die freie Oberfläche vordringen, einen Verhornungsprozess, welcher eine charakteristische Periodicität erkennen lässt. Die basale, der Cutis anliegende Zellenschicht, das rete Malpighii, welche die Matrix aller darüber gelegenen Zellenlagen darstellt, lässt durch Theilung oberflächliche Zellen in einzelnen Intervallen hervorgehen. Eine jede so ent-

standene Schicht bezeichnet man als eine Epidermisgeneration. Eine solche stellen auch die in der Häutung abgeworfenen Schichten dar, nach deren Entfernung die nächst jüngere Generation zu Tage tritt. Hieraus ergiebt sich, wie Maurer (1895 p. 235) sagt, „eine für die Reptilien sehr charakteristische Schichtung der Oberhaut, in welcher gleichzeitig drei Generationen, in verschiedenen Stadien der Heranbildung übereinandergelagert, bestehen können.

Es erübrigt noch, die Frage, aus welchen Schichten sich jede einzelne Epidermisgeneration zusammensetzt, zu beantworten. Man geht zu diesem Zwecke am besten von einem embryonalen Stadium aus: Die Oberhaut setzt sich aus einer basalen Lage cylinderförmiger Zellen und einer darüberliegenden, aus glatten Zellen bestehenden Deckschicht zusammen. Es bildet sich nun die erste Generation heraus, indem von der basalen Zellenlage aus gegen die Deckschicht Zellen entstehen. Letztere sind die Elemente des stratum corneum. Der Prozess der Verhornung verläuft in diesen Schichten von der Oberfläche nach innen, ergreift aber die unteren Zellen des stratum corneum nicht. In dieser Lage der nach Maurer (1895 p. 235) „in der Verhornung zurückgebliebenen“ und von Kerbert (1876 Sep.-Abd. p. 16) als stratum lucidum bezeichneten Zellen, welche an die äussere Schicht der sich heranbildenden zweiten Epidermisgeneration grenzen, vollzieht sich die Ablösung der oberflächlichen Schichten. Es setzt sich somit jede Epidermisgeneration aus drei Schichten zusammen: stratum lucidum, stratum corneum und jenen Zellen der Deckschicht, welch' letztere sich aber nach meinen Befunden bei der embryonalen Generation anders verhalten, als bei allen folgenden.

Am stärksten und reichsten an Schichten ist nach Maurer (1895 p. 235) die Epidermis auf der oberen Fläche der Schuppen ausgebildet, ein Verhalten, welches in dem entsprechenden Abschnitte der Haftlappen, der palmaren Epidermis nämlich, vollkommen bestätigt wird. Doch muss ich hervorheben, dass ich nie mehr als zwei Generationen in derselben vorgefunden habe, eine äussere und eine Ersatzgeneration. Letztere trat mir bei den untersuchten Exemplaren in verschiedener Ausbildung entgegen, Verhältnisse, welche dadurch bedingt waren, dass die betreffenden Tiere sich kurz vor der Häutung befanden oder eine solche soeben überstanden hatten. Da ich im entwicklungsgeschichtlichen Teile die einzelnen Stadien der sich heranbildenden Generationen noch genauer zu berücksichtigen habe, so halte ich es an dieser Stelle für angebracht, ein in Fig. 1 wiedergegebenes Stadium, in dem die zweite Epidermisgeneration fast vollkommen ausgebildet ist, meiner Beschreibung zu Grunde zu legen.

Die basale, der Cutis aufsitzende Schicht ist das rete Malpighii oder stratum mucosum. Es besteht aus einer Lage cylindrischer Zellen. Auf diese folgen mehrere Lagen rundlicher Zellen, welche die basale Schicht der der jüngsten Epidermisgeneration darstellen, nämlich das stratum lucidum. Dieses wird überlagert vom stratum

corneum, welches im vorderen Abschnitt der palmaren Epidermis am stärksten ist und nach der zwischen zwei Haftlappen gelegenen Uebergangsstelle zu an Mächtigkeit abnimmt. Die Zellen dieser Schicht heben sich deutlich von den angrenzenden ab. Die tieferen sind kernhaltig uud stark gefärbt, die mehr nach aussen gelegenen Zellen hingegen sind hell und lassen kaum noch Kerne und Kontouren erkennen. Der oberflächliche Theil dieser Epidermisgeneration wird von einer Reihe intensiv gefärbter Zellen gebildet. Selbige sind von auffallender Grösse, zeigen im vorderen Abschnitt cylindrische Form und gehen, nach hinten niedriger werdend, in eine cubische über.

Zwischen dieser Zellenlage und der oberflächlichen Epidermisgeneration liegen die zum Ersatz bestimmten Cuticularbildungen, deren Raum ungefähr den dritten Theil der Epidermis einnimmt. Bevor ich auf die nähere Beschreibung dieser Bildungen eingehe, will ich die oberflächliche Epidermisgeneration vorwegnehmen.

Das stratum lucidum tritt hier deutlicher hervor als in der jüngeren Generation. Die basale Lage wird von einer Lage auffallend grosser Zellen gebildet. Die oberflächlichen, hellen Zellen dieser Schicht sind abgeplattet und besitzen deutliche Kerne. Hierauf folgt das stratum corneum, bestehend aus platten, verhornten kernlosen Zellen. Nach aussen wird diese Generation durch jene homogene Schicht begrenzt, auf welcher die bereits besprochenen Cuticularbildungen stehen.

Was die in der Epidermis liegenden Cuticularbildungen anlangt, so geht aus dem Gesagten bereits hervor, dass sie zwischen der oberflächlichen und der jüngeren Generation liegen, nach aussen wie nach innen von je einer Lage auffallend grosser Zellen begrenzt. Es sind dieselben Bildungen, welche wir auf der Epidermis vorfanden, im vorderen Abschnitt in Gestalt grosser Büschel, im hinteren einfache, kleine Härchen. Nicolas (1887 Fig. I) bildet in Figur 1 nur jene Büschel ab, welche er als „bâtonnets“ bezeichnet. Er bemerkt weiter, dass er in den der Zehenwurzel benachbarten Lappen, welche weniger weit entwickelt sind als die der Zehenspitze zunächst liegenden, auch Härchen beobachtet habe. Nicolas (1887 p. 414) sagt wörtlich: „La figure III (faite d'après une écaille plus rapprochée de la racine du doigt) montre qu'à cet endroit les bâtonnets sont plus petits, plus nombreux et qu'il s'agit plutôt de touffes de poils, serrés les uns contre les autres.“ Man kann in der That auch in den Lappen des vorderen Abschnittes der Haftscheibe auf einem Schnitte beide Formen der Cuticularbildungen beobachten, vorausgesetzt, dass derselbe durch den mittleren Teil des Lappens gelegt ist. Im übrigen gleichen Büschel und Härchen an Form und Grösse den auf der Epidermis befindlichen Bildungen.

Von den begrenzenden Zellen stellen die basalen, welche Cartier als die „innere Häutungszellenlage“ oder „innere Cylinderzellenlage“ bezeichnet, die oberflächliche Lage der jüngeren Epidermisgeneration dar, ist jedoch als solche nicht mit der äussersten Schicht der embryonalen Oberhaut, der Epitrichialschicht Kerbert's zu homologisiren.

Sie besitzen eine cylindrische Form, welche nach hinten in eine cubische übergeht. Das Protoplasma ist granuliert und stark gefärbt. Der Kern, welcher oft eine Vacuole enthält, liegt im basalen abgerundeten Teil der Zelle. Die äussere Zellgrenze ist weniger deutlich und dadurch verwischt, dass die Cuticularbüschel mit ihrem basalen Abschnitt in das Protoplasma eindringen.

Was die äussere, begrenzende Zellenlage anlangt, von Cartier als „äussere Cylinderzellenlage" oder „äussere Häutungszellenlage" bezeichnet, so betrachtet Kerbert (1876. Sep.-Abdr. p. 17) dieselbe als die untere Schicht des stratum lucidum, eine Auffassung, der auch ich mich angeschlossen habe. Todaro (1878 p. 123, § 20, Taf. IX. Fig. 25.) hingegen scheint diese Lage dem stratum lucidum nicht zuzurechnen, er bezeichnet dieselbe als „strato delle cellule glandulari."

Die Zellen sind auffallend voluminös und erscheinen, wie Cartier (1872 Sep.-Abdr. p. 7) bemerkt, „von der Fläche gesehen, mit ihren oberen Grundflächen übereinander geschoben." Ihre Form ist aber nicht eine cylindrische, sondern eine mehr cubische, wie es auch Nicolas (1887 p. 412) angiebt. Das Protoplasma dieser Zellen, in deren peripheren Abschnitt ein grosser, scheibenförmiger Kern gelegen, ist granuliert und nur schwach gefärbt. Bemerkenswert ist, dass die Cuticularbildungen nicht in das Protoplasma dieser Zellen eindringen, sondern sich nur gegen die Basis derselben anlegen. In diesem Punkte stimmen meine Beobachtungen mit denen Nicolas überein: „L'extrémité (1887 p. 413) superficielle (des bâtonnets) coupée carrément s'applique contre la face profonde d'une des cellules cubiques. De ce côté toutes les extrémités des bâtonnets s'arrêtent exactement au même niveau."

Was weiter die Beziehungen der Cuticularbildungen zu den angrenzenden Zellen anlangt, so macht genannter Autor darauf aufmerksam (1887 p. 413), dass in der Regel einer basalen, cylindrischen Zelle zwei Büschel, einer peripheren, cubischen drei dieser Bildungen entsprechen. Ich halte diese Beziehungen nicht für constant, namentlich nicht das Verhalten der Büschel zu den äusseren Zellen.

Da die Cuticularbildungen nicht bis an den freien Rand des Lappens reichen, so wird an der Uebergangsstelle der palmaren Epidermis in die der dorsalen Fläche ein langgestreckter Raum gebildet, begrenzt von dem vordersten Büschel, dem vorderen Rande des Lappens und von einer Reihe von Zellen, welche die Fortsetzung der basalen, cylindrischen Grenzzellen darstellen. Letztere verlieren allmählich ihre typische Form und gehen, indem sie einen Bogen beschreiben, in die Epidermis der dorsalen Fläche über. Der so begrenzte Raum wird ausgefüllt von grossen, langgestreckten Zellen, welche in das stratum intermedium der dorsalen Epidermis übergehen. Hinsichtlich der Deutung derselben kann ich Nicolas (1887 p. 415) nicht beipflichten. Genannter Forscher nimmt an, dass sie mit jenen grossen cubischen Zellen der äusseren Grenzlage identisch

sind und deren Fortsetzung bilden. Nach meinen Untersuchungen ist hingegen die Fortsetzung der äusseren Grenzzellen in solchen gegeben, welche gegen den freien Rand des Lappens hin kleiner werden. Sodann habe ich in den langgestreckten Zellen nie den Kern im peripheren Abschnitt liegend beobachtet, sondern in der Mitte des Protoplasmas. Endlich habe ich auch nie Härchen in ihnen wahrgenommen, wie Nicolas es beschreibt und abbildet (1887 p. 415. Fig. V). Auch Cartier (1872 p. 15 i. Sep.-Abdr.) hat in diesem Theile der Haftlappen sehr grosse, cylindrische Zellen gesehen, welche aber, wie es die Abbildung erkennen lässt, die Fortsetzung der „inneren Cylinderzellenlage" bilden, deren Grösse aber weit übertreffen.

„Sie machen", wie Cartier (1872 Sep.-Abdr. p. 15) sagt, „den Eindruck, als seien aus der Querteilung ihnen ähnlicher Elemente die beiden Matrices der zum Ersatz bestimmten Cuticularhaare hervorgegangen."

Ich möchte diese Zellen, welche weder die Fortsetzung der „äusseren" (Nicolas), noch diejenige der „inneren" (Cartier) Cylinderzellenlage darstellen, als die Elemente des stratum intermedium der dorsalen Epidermis ansprechen, mit denen sie hinsichtlich der Form und Grösse übereinstimmen und sich auch verbinden.

Cutis.

Der bindegewebige Abschnitt der Haftlappen scheint seither wenig oder gar keine Beachtung gefunden zu haben, trotzdem dass die Beschaffenheit dieses Gewebes für die Funktion der Haftorgane gewiss nicht ohne Bedeutung ist.

Die Cutis stellt sich im allgemeinen als ein lockeres, zahlreiche spindelförmige Zellen enthaltendes Bindegewebe dar. Ihre äussere der Epidermis anliegende Schicht, ist das stratum pigmentosum, welches im palmaren Abschnitt der Papille am deutlichsten ausgeprägt ist. Was das Pigment selbst anlangt, so sind es teils ovale Ballen, teils verzweigte Zellen, welch' letztere zur Hälfte in der Cutis, zur Hälfte zwischen Zellen des rete Malpighii gelegen sind. Daneben habe ich sie auch zwischen den Zellen des stratum lucidum der jüngeren Epidermisgeneration beobachtet.

Wie im Bindegewebe vieler Saurier, so kommen nach Cartier (1872. Sep.-Abdr. Anhang p. 19) auch in der Haut der Geckotiden Knochenbildungen vor: „Es sind unregelmässige rundliche Scheiben, welche dicht unter der pigmentierten Zone liegen. Dieselben sind allerdings nicht konstant bei der betreffenden Gattung und nicht einmal bei Individuen derselben Art. In den Haftlappen der von mir untersuchten Exemplare habe ich derartige Bildungen nicht angetroffen. Dagegen konnte ich das Vorkommen zahlreicher Lymphenräume, wie sie Leydig (1873 p. 780) und Kerbert (1876 Sep.-Abdr. p. 20) bei Reptilien zwischen der äusseren Bedeckung und der Muskulatur wahrgenommen haben, konstatieren.

Auf Schnitten, welche durch den mittleren Teil der Haftlappen gelegt sind, sieht man unterhalb der Phalangen in der Längsrichtung der Zehen einen Gewebsstrang verlaufen, welcher nach abwärts mehrere Fortsätze entsendet. Ein jeder derselben tritt an die zwischen je zwei Haftlappen befindliche Uebergangsstelle heran. Hier inseriert er an der Unterseite der Epidermis dieses Abschnittes, lässt sich aber noch eine Strecke weit an der Unterseite der palmaren Epidermis verfolgen. Ohne Zweifel steht dieser Gewebsstrang, den ich als einen glatten Muskel anspreche, in Beziehung zur Haftfunktion. Zum Schluss kann ich die Befunde Cartier's (1872. Sep.-Abdr, p. 16) noch insofern bestätigen, als auch ich in den Haftlappen der Geckotiden weder Drüsen noch die Ausführungsgänge von solchen beobachtet habe.

Funktion der Haftorgane.

Nach Darlegung des histologischen Baues der Haftlappen scheint es mir angebracht zu sein, auch die Funktionsweise dieser Organe kurz zu erörtern.

Die namentlich vielen Insekten zukommende Fähigkeit, sich an senkrechten und überhängenden Wänden zu bewegen, hat schon die Aufmerksamkeit vieler Forscher gefesselt. Auf dreierlei Weise hat man die Fähigkeit zu erklären gesucht, nämlich durch Kleben, durch Saugwirkung und durch Adhäsion.

Da mir lebende Geckotiden zur Beobachtung nicht zur Verfügung standen, so muss ich mich darauf beschränken, auf Grund der Bauverhältnisse mich für eine der angeführten Theorien zu entscheiden.

Der ursprünglichen Auffassung, dass sich die Geckotiden mittels eines klebrigen Sekretes an ihrer Unterlage anhefteten, wurde bereits von Wagler (1830 p. 234) widersprochen, indem er das Vorhandensein einer klebrigen Flüssigkeit leugnete. Auch trotz der späteren Untersuchungen Cartier's (1872), der das Fehlen von Drüsen hervorhob, hat sich die alte Anschauung noch recht lange erhalten (z. B. Claus).

Als weitere Frage ergiebt sich somit, ob das Haften auf Grund einer Saugwirkung oder infolge von Adhäsion zustande kommt.

Simmermacher (1884 p. 291) spricht sich in seiner Zusammenfassung der „Haftapparate bei Wirbeltieren" für ersteres aus. Er sagt: „Die Wirkung der Lamellen und Härchen ist nun eine sehr einfache. Durch Niederdrücken des Fusses werden die Lamellen auseinander geschoben und damit die zwischen ihnen befindliche Luft ausgetrieben. Beim Zurückziehen des Fusses kehren die Lamellen in ihre alte Stellung zurück, d. h. sie werden wieder aufgerichtet, sodass zwischen ihnen eine Reihe luftleerer Räume entsteht und der ganze Fuss durch den Druck der umgebenden Luft festgehalten wird." Würden wir uns ferner die Wirkung des Muskels

veranschaulichen, der an die zwischen zwei Haftlappen befindliche Verbindungsstelle herantritt, so würde bei Kontraktion des Muskels der von je zwei Haftlappen begrenzte Raum noch erweitert und somit das Vakuum vergrössert werden. Trotzdem möchte ich dieser Art der Funktion nicht beistimmen, da ich die Möglichkeit, dass sich zwischen zwei Haftlappen ein gegen die umgebende Luft abgeschlossener Raum bildet, bezweifle. Dieser fragliche Raum würde beim Andrücken der Zehen wohl vorn und hinten, d. h. proximal und distal, abgeschlossen sein, an den Seiten würde aber eine Kommunikation mit der Aussenluft bestehen bleiben.

Plausibler erscheint mir das Zustandekommen des Haftens auf Grund der Adhäsion, für welche sich auch Dewitz (1881 Sitzungsberichte der Ges. naturf. Freunde p. 7. Anm. 2) beiläufig ausspricht. Unter einer solchen versteht man bekanntlich die zwischen den Teilchen zweier einander berührenden Körper wirkende Anziehungskraft, welche um so grösser ist, je inniger sich die beiden Flächen berühren und je geringer die zwischen beiden zurückbleibende Luftmenge ist. Eine Haftwirkung würde meiner Meinung nach bei den Geckotiden erfolgen, wenn die palmare Fläche der einzelnen Haftlappen gegen die betreffende Standebene gepresst würde. Einer recht innigen Berührung scheinen mir die Haftlappen wohl fähig zu sein, einmal wegen des Fehlens der Knochenschuppen, sodann auch wegen der zahlreichen Lymphräume des Bindegewebes, welche ein nachgiebigeres Herabdrücken der Phalangen ermöglichen. Auch die Fähigkeit dieser Tiere, ihre Krallen zurückzuziehen oder nach aufwärts zu richten, scheint mir weniger die Erhaltung der Schärfe zu bezwecken, als vielmehr eine Vorkehrung zu sein, welche einen innigen Anschluss der Haftscheibe an die Standebene begünstigt.

Welche Funktion hat nun der an jeden Lappen herantretende Muskel? Wie der Verlauf und die Art seiner Insertion an der Unterseite der Epidermis zeigen, so scheint eine Kontraktion desselben namentlich auf die Epidermis der palmaren Fläche einen nach der Zehenbasis gerichteten Zug auszuüben. Die hierdurch hervorgerufene Wirkung könnte man verschieden deuten. Einmal wäre anzunehmen, dass die angedrückte palmare Haftlappenfläche durch diesen Zug an der anzuhaftenden Unterlage vorbei gezogen würde und hierdurch eine Erhöhung der Adhäsion erfolgte. Andererseits wäre zu erwägen, ob nicht durch den Muskelzug der hintere Abschnitt der palmaren Epidermis von seiner Unterlage abgehoben und durch die eindringende Luft eine Aufhebung erfolgen würde.

In welcher Beziehung stehen endlich die Cuticularbildungen zum Mechanismus der Haftorgane?

Da sich auf den Haftballen vieler Insekten ähnliche Bildungen vorfinden, so scheint es angebracht zu sein, die Deutungen verschiedener Autoren zu berücksichtigen. Hooke (citiert aus Simmermacher 1884 Zeitschrift für wissensch. Zoologie p. 534) nimmt an, dass sich auf allen Flächen eine dunstige Schicht befinde, in welche Fliegen ihre Härchen einsteckten und so sich festhielten. Aehnliche

Erklärungen geben Leeuwenhoek und Réaumur (s. o. p. 534). Blackwall und Newmann (s. o. p. 573) behaupten, dass aus den Härchen ein klebriges Sekret ausfliesst, welches die Insekten gewissermassen anleimt. Nach der Ansicht von Tuffen West und Hepworth (s. o. p. 538) wirken die einzelnen Härchen als Saugnäpfe. Eine annehmbare Erklärung giebt uns Simmermacher (1884 Zeitschr. f. wissensch. Zoologie p. 543, 544). Bezüglich der Chitinhärchen schreibt genannter Forscher folgendes: „Die Härchen auf der Unterseite der Tarsen tragen jedenfalls durch ihre Elasticität dazu bei, den Fuss schnell wieder von seiner Unterlage losbringen zu können und ermöglichen dadurch das auffallend rasche Laufen an glatten Flächen". Diese Deutung glaube ich auf die Cuticularbildungen auf den Haftlappen der Geckotiden übertragen zu dürfen, zumal diese Annahme gewissermassen auch von Schuberg (1891. Sep. Abdr. p. 40) bestätigt wird. Genannter Autor hebt bei Beschreibung der Haftorgane des Laubfrosches eine den äusseren Zellen eigentümliche „fibrilläre Differenzierung des Protoplasmas" hervor und beantwortet die Frage, in welcher Beziehung dieselbe zur Haftwirkung stehen mag, folgendermassen: „Die fibrillären Differenzierungen der Zellen setzen, wie ich glaube, diese selbst instand, als kleine elastische Apparate, gewissermassen als Federn zu wirken. Wird nämlich die Endphalanx während des Anhaftens niedergedrückt, so muss auch die Epidermis, speziell deren oberste Zellenlage eine Kompression erfahren. Diese Kompression erfolgt aber nicht in einer auf der Plantarfläche senkrecht stehenden Richtung, weil ja auch das Niederdrücken nicht in dieser Richtung erfolgt. Vielmehr muss, da die Bewegung eine schleifende ist, auch die Kompression eine andere sein. Denken wir uns an Stelle der Zellen der obersten Epidermislage z. B. kleine Härchen, etwa eine kleine Bürste, so würde im Falle dieser Bewegung dasselbe eintreten, was man an jedem Besen oder Bürste beobachten kann: nämlich die Haare legen sich in der, der Bewegungsrichtung entgegengesetzten Seite übereinander, dergestalt, dass die freien Enden der einzelnen Haare der Bewegungsrichtung entgegengesetzt, ihre Basen aber mit dieser gleichgerichtet sind". Diese von Schuberg nur der Erläuterung wegen angeführten Verhältnisse finden wir in den Cuticularbildungen auf den Haftlappen der Geckotiden in die Wirklichkeit übertragen vor. Auch dürfen wir wohl annehmen, dass bei diesen Tieren das Andrücken der Zehen in der Weise geschieht, dass dieselben an der anzuhaftenden Fläche etwas vorbeigezogen werden. Hört der auf die Haftscheibe ausgeübte Druck auf, so werden sich die Cuticularbüschel kraft ihrer Elasticität wieder aufrichten, und die sodann eintretende Luft wird die Adhäsion aufheben. Dass aber die Cuticularbildungen in der That eine solche Elasticität besitzen, geht nach meinem Dafürhalten schon daraus hervor, dass dieselben, wie es die Untersuchung zeigt, stets in annähernd senkrechter Richtung auf der palmaren Oberfläche stehen. Im anderen Falle würden sie gleich beim ersten Gebrauch dauernd

niedergedrückt werden und folglich auf Längsschnitten auch in dieser Stellung uns entgegentreten.

Nach Simmermacher (1884. Zool. Gart. p. 291) haben die Cuticularbildungen auch noch den Zweck, „in alle Unebenheiten der senkrechten Flächen, an welchen sich die Tiere bewegen, einzugreifen". Ob letzteres zutrifft, kann ich nicht entscheiden; denn ein genauer Aufschluss über die Funktionsweise dieser Haftorgane wird erst auf Grund von Beobachtungen und durch Experimente an lebenden Geckotiden beizubringen sein.

Entwicklung der Haftlappen.

Um die Entwicklung der Haftlappen zu untersuchen, standen mir, wie eingangs erwähnt, eine Anzahl Embryonen von Hemidactylus mabounia und Geckolepis zur Verfügung, welch' letztere sich jedoch für diese Zwecke als untauglich erwiesen. Die Grösse der Embryonen von Hem. mabounia — gemessen wurde die Bauchlinie von der Schnauzenspitze bis zum After — betrug 13, 15, 18, 19, 20, 21½ und 22 mm. Ein Entkalken der Zehen war nicht erforderlich.

Schon von Braun (1877—78) sind die embryonalen Haftlappen untersucht worden, wobei genannter Forscher den Nachweis erbrachte, dass die Cuticularbildungen erst nach der ersten Häutung auftreten. Aus diesem Verhalten zieht Braun Schlüsse bezüglich der „Bedeutung der Cuticularborsten", die auch ich an anderer Stelle erwähnen werde. Ich werde im Folgenden Gelegenheit haben, die Befunde Braun's teils zum Vergleich, teils zur Ergänzung heranzuziehen.

Die Haut der Reptilien ist, wie aus den Untersuchungen von Kerbert (1876. Sep. Abdr. p. 24) und Maurer (1895 p. 234) hervorgeht, im frühen Embryonalleben noch vollkommen indifferent, die Epidermis selbst zweischichtig. Ein solches Stadium von einem Gecko-Embryo beschreibt Braun (1877—78 p. 232): „Das jüngste Stadium zeigte noch keine Spur irgend welcher Differenzierung an der Epidermis der Zehen. Die betreffenden Embryonen massen vom Scheitel bis zum After ungefähr 13 mm. (Platydactylus facetanus); die Extremitäten schon völlig angelegt, Zehen gebildet, Bauchwand ganz geschlossen und schon etwas abgeplattet. Auf dem Rücken die erste Anlage der Höcker in Form von kleinen papillenförmigen Erhebungen der Cutis; Pigment ist noch nicht gebildet; der Kopf hat schon die abgeplattete Form des Geckokopfes. Wie an anderen Körperstellen, so besteht auch an den Zehen die Oberhaut aus einer doppelten Lage von Zellen; zu unterst auf der Cutis stehen kleine Cylinderzellen mit deutlichem, ovalem Kern; nach aussen liegt die Hornschicht, aus ganz glatten, kernhaltigen, zu einer Membran vereinigten Zellen bestehend. Die Cutis ist aus dicht aneinandergefügten Zellen zusammengesetzt und geht ohne Grenze in das ebenfalls klein-

zellige Perichondrium über. Ohne irgend welche Erhebungen zu bilden, liegt die Cutis unter der dünnen Schicht Oberhaut". Die äussere Zellenlage möchte ich aber nicht als Hornschicht bezeichnen, da diese Zellen nicht das spätere stratum corneum bilden. Die äusseren Zellen stellen die Epitrichialschicht Kerbert's dar, die basalen, cylindrischen repräsentieren das stratum mucosum oder rete Malpighii, welches durch Teilung die Elemente des stratum corneum hervorgehen lässt.

Die erste Anlage der Haftlappen konnte ich bei einem 13 mm. langen Embryo von Hem. mabounia nachweisen. Bei Betrachtung mit der Lupe sieht man auf der Unterseite der Zehen transversal und untereinander parallel verlaufende Wülste (Fig. 2). Auf Längsschnitten, die man senkrecht zur Sohle und parallel zur Längsachse der Zehen führt, treten dieselben uns als Erhebungen der Cutis entgegen, entstanden durch partielle Wucherung des unter der Epidermis liegenden Bindegewebes. Die Form dieser Papillen ist nun eine verschiedene, ein Verhalten, welches darin begründet ist, dass die der Zehenbasis benachbarten Erhebungen weniger weit entwickelt sind, als die an der Zehenspitze liegenden. Bei den ersteren steht die Längsachse der Papille noch senkrecht auf der allgemeinen Richtung der Haut. Diese, in der Breite der Zehen ausgezogenen Papillen treten uns nur auf Längsschnitten als solche entgegen und weichen somit von der ersten radiär-symmetrischen Anlage der gewöhnlichen Schuppen ab. Die Epidermis dieser Papillen ist von gleicher Beschaffenheit wie in dem indifferenten Stadium; proximale und distale Flächen sind von gleicher Ausdehnung. Verfolgt man nun die Papillen in der Richtung von der Zehenbasis nach der Spitze, so beobachtet man, dass dieselben immer mehr von der eben beschriebenen Form abweichen und sich nach der Zehenspitze zu umgelegt haben. Ganz homologe Veränderungen erleiden, wie Kerbert (1876. Sep. Abdr. p. 30) beobachtete, die anfangs radiär-symmetrischen Schuppenanlagen, indem sie sich nach dem Körperende zu umbiegen und mehr oder weniger abplatten. An den embryonalen Haftlappen können wir nunmehr eine grössere, palmare und eine kleinere, dorsale Fläche unterscheiden, welche Hand in Hand mit der sich im Laufe der weiteren Entwicklung herausbildenden Lappenform immer deutlicher zu Tage treten. Auch die Epidermis dieser beiden Flächen lässt bereits Unterschiede erkennen, wie wir solche an den ausgebildeten Haftlappen in ausgesprochener Weise kennen lernten. Die Oberhaut der palmaren Fläche ist die mächtigere. Die basalen Cylinderzellen (Fig. 3) sind grösser als die der dorsalen Fläche; ein Gleiches gilt auch für die äussere Epitrichialschicht. Hierin stimmen meine Beobachtungen mit denen Braun's (1877—78 p. 233, 234) überein: „Die nach dem Embryo zu sehenden Flächen haben eine etwas dickere Lage von platten Zellen, während die abgewendete, also nach der Zehenspitze zu gerichtete, nur eine einzige Lage besitzt. Hier besteht die Epitrichialschicht noch ganz allein, während auf der anderen Fläche unter ihr noch glatte, kernhaltige Zellen

liegen". Letztere konnte ich erst auf einem etwas älteren Stadium nachweisen. Von den Zellen der Cutis sind die der Epidermisunterseite angrenzenden epithelartig angeordnet. Weiter fällt es auf, dass an den Übergangsstellen der proximalen Papillen die Cutiszellen zahlreich beisammen stehen und sich, wie es die weiter entwickelten distalen Papillen zeigen, zu halbfaserigen, halb aus Spindelzellen bestehenden Gewebssträngen vereinigen, welche nach aufwärts und in der Richtung nach der Zehenbasis zu verlaufen, um sich mit einem gleichen, parallel der Fusssohle verlaufenden Gewebsstrange zu vereinigen. Es handelt sich um jene in Bildung begriffenen glatten Muskelfasern, deren ich bei Besprechung der ausgebildeten Haftlappen gedacht habe. Wie die Muskeln, so sind auch diese Gewebsstränge nur im mittleren Teile der Lappen anzutreffen.

Bemerkenswert ist endlich, dass in dem vorliegenden Stadium (13 mm) die Epidermis des Zehenrückens noch vollkommen indifferent ist und deutlich jene Zweischichtigkeit aufweist, welche für die Reptilienoberhaut des frühen Embryonallebens charakteristisch ist.

In den folgenden Stadien (15 und 18 mm) nehmen die nach der Zehenspitze zu umgebogenen Papillen immer mehr an Grösse zu, um allmählich die Gestalt der ausgewachsenen Lappen zu erreichen. Immer deutlicher tritt der Gegensatz zwischen den beiden Flächen hervor, sowohl hinsichtlich der Ausdehnung als auch bezüglich der Dicke der Oberhaut. Die Epidermis der palmaren Fläche ist die bei weitem mächtigere (Fig. 4). Zwischen den basalen Cylinderzellen des rete Malpighii und der Epitrichialschicht haben sich Zellen gebildet, welche nach innen zu rundlich, nach aussen hingegen mehr abgeplattet sind. Letztere stellen das stratum corneum dar, während die inneren, rundlichen Zellen den äusseren Teil des stratum lucidum bilden. Braun (1877—78 p. 232) bezeichnete als Hornschicht bereits jene äussere, zu einer Membran vereinigte Zellenlage der noch indifferenten Oberhaut. Gegen diese Auffassung habe ich bereits nach dem Vorgange Kerbert's (1876. Sep. Abdr. p. 26) Bedenken erhoben. Genannter Autor äussert sich folgendermassen: „Der Name „Hornblatt" oder „Hornschicht" kann für die betreffende Schicht nur dann Berechtigung haben, wenn bewiesen wird, dass aus ihr das später ausgebildete stratum corneum der Epidermis entsteht, d. h. dass sie durch Wucherung ihrer Zellen die bisweilen starke Hornschicht bilden". Die Bildung jener abgeplatteten Zellen der oberflächlichen Epitrichialschicht zuschreiben zu wollen, wäre entschieden unrichtig. Ich glaube überzeugend nachgewiesen zu haben, dass sich das eigentliche stratum corneum aus Zellen aufbaut, welche die basalen Cylinderzellen des rete Malpighii durch Teilung hervorgehen lassen. Die oberflächliche Hornschicht (Braun) beteiligt sich, wie auch Kerbert (1876. Sep. Abdr. p. 26) erklärt, „an dem Aufbau der späteren Hornschicht gar nicht, sie vergrössert sich zwar in demselben Verhältnis als der Embryo wächst, bleibt aber meistens eine einfache Zellschicht".

Wolff (1889 p. 576) beschreibt die Epidermis der Schuppen-

anlage eines Eidechsenembryonen und sagt: „Man sieht an der Peripherie die Kerbert'sche Epitrichialschicht und auf dieser eine zarte Cuticula". Ich kann das Vorhandensein einer solchen auf Grund meiner Befunde nicht bestätigen.

Jene Cutiszellen, welche uns im vorigen Stadium unter der Epidermis epithelartig angeordnet entgegentraten, haben sich in Pigmentzellen verwandelt, welche entweder eine rundliche Form besitzen oder Fortsätze zeigen, die in die Epidermis eindringen. Es sind dieselben Verhältnisse, welche Kerbert (1876 p. 33 u. 34) auch für andere Reptilien ausführlich beschrieben hat.

Die Epidermis dieser Stadien (15 und 18 mm.) besteht somit aus den Zellen des rete Malpighii und der darüber gelegenen ersten Epidermisgeneration, welche sich aus dem stratum lucidum, stratum corneum und der Epitrichialschicht zusammensetzt. Die Zellen des stratum lucidum sind allerdings gegen das rete Malpighii nicht so deutlich abgegrenzt, wie es bei der jetzt folgenden Bildung der zweiten Generation hervortritt.

Letztere entsteht nun, wie ich auf einen Schnitt durch den Haftlappen eines allerdings ausgewachsenen Hemydactylus verraculatus beobachten konnte, folgendermassen: Zwischen dem stratum lucidum und dem rete Malpighii befinden sich drei bis vier Lagen rundlicher Zellen, welche ich als intermediäre bezeichnen will (Fig. 5). So die Befunde im hinteren Abschnitt des Haftlappens. Geht man indessen nach dem freien Rande desselben zu, so beobachtet man, wie zwei Zellenlagen dieser intermediären Schicht sich allmählich von den angrenzenden Zellen abheben, indem sie sich vergrössern und in eine cylindrische beziehungsweise cubische Form übergehen. Zudem sind beide Zellenlagen durch einen ziemlich breiten und hellen Saum von einander getrennt. Es ist mit anderen Worten eine Abgrenzung der äusseren Epidermisgeneration gegen die sich heranbildende jüngere eingetreten. Indem diese Trennung auch im hinteren Abschnitt des Lappen Platz greift, wird die Epidermis von einem hellen Saum durchzogen, welcher nach aussen durch auffallend grosse, cubische, nach innen durch hohe Cylinderzellen begrenzt wird. Diese Verhältnisse werden am besten durch die Figuren 6 und 7 veranschaulicht. Bemerkenswert ist, dass Cartier (1874 p. 197 u. 198) diese beiden Lagen auffallend grosser Zellen, von genanntem Autor „als äussere und innere Häutungszellenlage" bezeichnet, auch in der Kapselhaut des Auges der Ringelnatter beobachtete, wo sie während des Häutungsprocesses auftreten. Auch hier ist zwischen den beiden Lagen ein heller Saum vorhanden, welchen Cartier als Cuticula deutet. Betrachtet man diesen Saum bei den Geckotiden bei starker Vergrösserung, — zu empfehlen ist hier die Einbettung des Schnittes in Glycerin — so erkennt man, dass derselbe nicht homogen ist, sondern eine senkrechte Strichelung aufweist, welche das erste Stadium der sich entwickelnden Cuticular-Büschel und -Haare darstellt.

Als was haben wir aber den senkrecht gestrichelten Saum zu deuten?

Betrachten wir die oben erwähnten rundlichen Zellen der intermediären Schicht bei starker Vergrösserung, so ergiebt sich, dass wir es mit sogenannten Riff- oder Stachelzellen zu thun haben. Eine jede Zelle ist von einem hellen Hof umgeben, welcher von protoplasmatischen Brücken oder Fortsätzen durchschossen wird, wie es in Fig. 5 dargestellt ist. Nichts anderes ist nach meiner Meinung auch der mehr auffallende, gestrichelte Saum im vorderen Haftlappenabschnitt. Derselbe nimmt nun in den folgenden Stadien (20, 21, 21½ mm) immer mehr an Höhe zu (Fig. 8), indem zugleich die Strichelung deutlicher hervortritt und sich jene Cuticularbildungen herausbilden, welche wir auf den Haftlappen der ausgebildeten Geckotiden beobachteten. Wir sahen, dass sich im vorderen Abschnitt mehrere Härchen, welche ihre definitive Länge erreicht haben, zu einem Bündel vereinigen. Diese Veränderung tritt zunächst am peripheren Ende der Härchen auf, Fig. 9. Weiterhin erfolgt diese Differenzierung auch im basalen Abschnitt, Fig. 10, und zwar vereinigen sich meist die Härchen, welche einer basalen Cylinderzelle aufsitzen zu einem Büschel. Man beobachtet, wie die basalen Fibrillen gewissermassen in den peripheren Teil der Cylinderzellen eindringen, wie es auch Todaro (1879 Fig. 25 Taf. IX) und Nicolas (1887 p. 413 Fig. 5) gesehen haben. Mit den äusseren, cubischen Zellen hingegen scheinen die Cuticularbildungen weniger innig verbunden zu sein.

Auf Grund meiner Befunde stelle ich mich bezüglich der Entstehungsweise der Cuticularbildungen mit den Ansichten der übrigen Autoren, welche dieser Frage auch näher getreten sind, in Widerspruch.

Cartier (1874 p. 199) vermeint, dass die äusseren, cubischen Zellen die Matrix der Cuticularhaare darstellen, ebenso die Annahme, dass die Borstenbildung eine einseitig fortschreitende Verhornung der betreffenden Zellen sei. Er bezeichnet vielmehr die innere Cylinderzellenlage als die Matrix der cuticularen Ausscheidung. Die Bildung von Cuticularhaaren steht bei den Reptilien keineswegs vereinzelt da. So schreibt Cartier (1874 p. 199): „Nicht überall am Körper der Natter findet die Ausscheidung in Form eines einfachen Häutchens statt, wie am Auge. Fast auf der ganzen Körperoberfläche nimmt sie die Form von zahllosen, kurzen, biegsamen und scharf zugespitzen Borsten an, von glänzender, durchsichtiger Beschaffenheit. Diese Borstenhaare haben die Bedeutung embryonaler, funktionsloser Organe. Sie verschwinden nämlich bei der Natter vollständig wieder, bevor die alte Haut abgestreift wird. Wie sie zuerst als kleine Spitzen abgesondert werden, die an Länge allmählich zunehmen, als der ausscheidende Zellkörper selbst niedriger wird, so verschmelzen sie wieder in umgekehrter Weise zu einer homogenen, nun etwas gefärbten Membran von ziemlicher Dicke.“ Die Cuticularhaare auf dem Haftlappen der Geckotiden stellen indessen keine embryonale, funktionslose Organe dar; denn nach vollzogener Häutung bleiben sie auf der Epidermisoberfläche stehen und treten in den Dienst der Haftfunktion.

Auch ich sehe die basalen Cylinderzellen als die Matrix der Cuticularbildungen an, obwohl die Riff- und Stachelfortsätze, welche diese im Anfang ihrer Entstehung darstellen, als beiden Zellenlagen zugehörig betrachtet werden müssen. Allerdings konnte ich nicht konstatieren, dass die inneren Cylinderzellen in dem Masse, als die Höhe zunehmen, niedriger wurden.

Auch Nicolas (1887 p. 416) tritt der Entstehung der Cuticularbildungen mit der Frage näher: „Aux dépens de quel élément cellulaire se forment ces bâtonnets? Est-ce aux dépens des cellules cylindriques profondes, ou des cellules cubiques superficielles primitivement allongées comme celles qui sont à la pointe des écailles?"

Im Gegensatze zu Cartier nimmt Nicolas (1887 p. 417) an, dass die Büschel und Härchen sich auf Kosten der äusseren, cubischen Zellen bilden, von denen er, wenn ich die bereits citierten Worte „primitivement allongées" recht verstehe, glaubt, dass sie in einem früheren Stadium ursprünglich sehr langgestreckt waren, wie jene hohen Zellen im vorderen Abschnitt der Haftlappen, welche Nicolas ja als die Fortsetzung der äusseren cubischen Zellen ansah. Nach der Auffassung von Nicolas beruht somit die Entstehung der Cuticularhaare auf der Umwandlung des protoplasmatischen Zellkörpers. Genannter Autor sagt (p. 417) wörtlich: „il me parait incontestable que c'est dans les cellules superficielles, qui seraient d'abord très hautes et envahies progressivement de bas en haut par la Keratinisation".

Da hingegen aus meinen Untersuchungen hervorgeht, dass die äusseren Zellen in jenem Stadium, in dem die Entstehung der Härchen beginnt, dieselbe Höhe zeigen wie in späteren Stadien, so mag schon hierdurch diese Auffassung hinfällig werden.

Auch Todaro bestreitet, dass die Härchen durch Ausscheidung entstehen. Genannter Autor (1878 p. 123) sagt wörtlich: „Nel grado di sviluppo precedente a questo la parte esterna della rete del Malpighii consiste di grandi cellule poligonali, che si dividono e si differenziano nelle cellule dentate, nelle cellule portanti le setole, nelle cellule dello strato glandulare ed in quelle dello strato lucido innanzi descritte. In questo stadio si vede che le setole nascono della divisione del protoplasma, e non sono formazioni cuticolari come ha preteso il Cartier".

Auch dieser Auffassung kann ich nicht beipflichten. Auch glaube ich nicht, dass inmitten der Epidermis noch eine weitere Zellproduktion durch Teilung vor sich geht.

Nach meinen Befunden stellen die Cuticularbildungen ursprünglich einfache Rifffortsätze dar, welche sich durch Ausscheidung seitens der basalen Cylinderzellen vergrössern.

Mit einigen Worten will ich noch auf die Elemente der äusseren und inneren Häutungszellenlage zurückkommen.

Die äusseren, cubischen Zellen betrachtete ich als unterste Schicht des stratum lucidum, welches bei der Häutung mit dem

stratum corneum und der Epitrichialschicht — ich habe hier die erste, embryonale Epidermisgeneration im Auge — abgeworfen wird. Die inneren Cylinderzellen, unter denen wir die Elemente des stratum corneum und stratum lucidum antreffen, stellen die oberflächliche Lage der neuen Epidermisgeneration dar und müssten nach der Kerbert'schen Definition als die Elemente der Epitrichialschicht angesehen werden. Diese Auffassung kann ich jedoch nicht teilen; denn während die embryonale Epitrichialschicht aus abgeplatteten Zellen bestand, besitzen die oberflächlichen Elemente aller folgenden Generationen eine cylindrische Form und stellen zudem die Matrix cuticularer Ausscheidungen dar. Es besteht somit zwischen der Entwicklung der ersten Generation und jener der folgenden ein Unterschied.

Leider kann ich die Frage, ob die basalen Cylinderzellen ausser den Cuticularhaaren noch eine Cuticula ausscheiden, auf welcher die Büschel und Härchen stehen, oder ob diese Zellen selbst zu einer homogenen Schicht verschmelzen, nicht beantworten.

Todaro (1878 p. 130, tav. IX. fig. 27) beschreibt ein Stadium, auf dem in den Zellen der inneren und äusseren Häutungszellenlage merkwürdige Veränderungen vor sich gegangen sind: „Nella parte libera delle squame lamelliformi del lobo d'attacco dell'Ascalabotes mauritanicus, le cellule cilindriche, che formano lo strato glandulare, il quale, come ho detto innanzi, si trova fra lo strato lucido e le nuovo setole della superficie esterne della sottostante rete del Malpighi, si trasformano gradatamente in una secrezione vischiosa sparsa di granulazioni o detritus cellulari."

Ich habe ein ähnliches Stadium nie angetroffen.

Zum Schluss noch einige Erörterungen über die Bedeutung der Cuticularbildungen.

Schon Cartier (1874) hebt hervor, dass die Haare auf den Haftlappen der Geckotiden ursprünglich einfache Häutungshärchen darstellen, deren Auftreten den Häutungsprozess einleite. Diese Auffassung erhielt von Seiten Braun's (1877—78) einen weiteren Stützpunkt durch den Nachweis, dass die embryonalen Lappen der Cuticularbildungen entbehren und solche erst nach vollzogener Häutung tragen. Ferner fand Braun (1875) bei „Untersuchung der histologischen Vorgänge bei der Häutung von Astacus fluviatilis" ähnliche Verhältnisse in der Epidermis und im Darmtractus vor, wo die Häutung auch durch Absonderung von Härchen eingeleitet wird. Die Braun-Cartier'sche Auffassung geht also dahin, dass die Häutung durch eine nach Ablauf des embryonalen Lebens auftretende Cuticula (oder cuticulare Bildungen) bedingt wird. Wolff (1889 p. 582) hingegen, der auch auf der embryonalen Haut von Eidechsen eine Cuticula beobachtet haben will, betrachtet die Häutung als eine notgedrungene Anpassung an eine auf der abzuwerfenden Epidermisgeneration befindliche Cuticula. Ich kann hierauf nur er-

widern, dass die Epidermis der embryonalen Haftlappen von keiner Cuticula bedeckt wird.

Nach Kerbert (1876 Sep. Abdr. p. 38) endlich, welcher überhaupt das Vorkommen einer Cuticula sowie cuticularer Bildungen leugnet, beruht die Häutung auf der Wiederholung der Epidermisbildung wie beim Embryo. Dass dieser Satz einer Einschränkung bedarf, habe ich bereits erwähnt.

Ich schliesse mich der Braun-Cartier'schen Auffassung an: Die Riffortsätze wachsen durch Ausscheidung seitens der basalen Cylinderzellen und heben die alte Epidermisgeneration gewissermassen von ihrer Unterlage ab. Die Vereinigung mehrerer Cuticularhärchen zu einem Büschel jedoch scheint mir bereits eine Anpassung an die spätere Funktion zu sein.

Literatur-Verzeichniss.

1875. Braun: Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung von Astacus fluviatilis. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg Bd. 2.

1877—78. Braun: Ueber die Bedeutung der Cuticularborsten auf dem Haftlappen der Geckotiden. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg Bd. 4.

1879. Braun: Ueber die Haftorgane der Zehen bei Anolius. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg Bd. 5.

1892. Brehm's Tierleben: Kriechthiere und Lurche.

1872. Cartier, O.: Studien über den feineren Bau der Epidermis bei den Geckotiden. Verhandlungen der Würzburger phys.-med. Gesellschaft N. F. Bd. III.

1874. Cartier, O.: Studien über den feineren Bau der Haut bei Reptilien. Verhandlungen der Würzburger phys.-med. Gesellschaft N. F. Bd. V.

1881. Dewitz: Sitzungsberichte der Gesellschaft natf. Freunde 1881.

1885. Gardiner: Beiträge zur Kenntniss des Epitrichiums und der Bildung des Vogelschnabels. Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. XXIV.

1876. Kerbert, C.: Ueber die Haut der Reptilien und anderer Wirbeltiere. Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. XIII.

1883. Leunis: Synopsis der Zoologie. III. Auflage.

1868. Leydig: Ueber Organe eines sechsten Sinnes. Nov. acta acad. Leop. Carol. Bd. XXXIV.

1876. Leydig: Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XII.

1873. Leydig: Ueber die äusseren Bedeckungen der Amphibien und Reptilien. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. IX.
Linné: Systema naturae. 12. u. 13. Ausgabe.
1885. Lwoff: Beiträge zur Histologie der Haut der Reptilien. Moskau. 1885. Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou Année 1884.
1895. Maurer: Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895.
1867. Nicolas: Sur l'épiderme des doigts du gecko. Intern. Monatsschrift f. Anatomie. Bd. IV.
1857. F. E. Schulze: Epithel und Drüsenzellen. Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. III.
1869. F. E. Schulze: Ueber cuticulare Bildungen und Verhornung von Epithelzellen b. Wirbeltieren. Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. V.
1896. F. E. Schulze: Zellmembran, Cuticula, Pellicula, Crusta. Abdruck aus „Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der 10. Versammlung in Berlin. 19.—22. April 1896.
1891. Schuberg: Ueber den Bau und die Funktion der Haftapparate des Laubfrosches. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg. Bd. X.
1884. Simmermacher: Untersuchungen über Haftapparate an Tarsalgliedern von Insekten. Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie Bd. 40.
1884. Simmermacher: Haftapparate bei Wirbeltieren. Zoologischer Garten. XXV. 1884.
1878. Todaro: Sulla strattura intima della pelle de'rettili. Richerche fatte nel laboratorio di anatomia normale della R. universita di Roma. 1878.
1830. Wagler: Natürliches System der Amphibien. München. Stuttgart 1830.
1864. Welker: Ueber die Entwicklung und den Bau der Haut und Haare bei Bradypus. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft. Halle. Bd. 9.
1889. Wolff: Die Cuticula der Wirbeltierepidermis. Jenaische Zeitschrift. XXIII. N. F. XVI. 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Die Richtung von der Zehenbasis nach der Zehenspitze ist durch einen Pfeil angedeutet.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen ausgebildeten Haftlappen von Platydactylus guttatus.

Fig. 2. Längsschnitt durch die Zehe eines 13 mm langen Embryos von Hemidactylus mabouuia.

Fig. 3. Längsschnitt durch einen der Zehenspitze benachbarten Haftlappen desselben Embryos.

Fig. 4. Längsschnitt durch einen Haftlappen eines 18 mm langen Embryos von Hem. mab.

Fig. 5. Längsschnitt durch den Haftlappen eines erwachsenen Hemidactylus verraculatus. Die äussere, homogene, härchentragende Schicht ist nicht zur Darstellung gebracht.

Fig. 6. Längsschnitt durch einen Haftlappen eines 19 mm langen Embryos von Hem. mab.

Fig. 7. Längsschnitt durch einen Haftlappen eines 20 mm langen Embryos von Hem. mab.

Fig. 8. Mittlerer Teil der palmaren Epidermis aus dem Haftlappen desselben Embryos.

Fig. 9. Mittlerer Theil der palmaren Epidermis aus dem Haftlappen eines erwachsenen Hemidactylus platycephalus.

Fig. 10. Mittlerer Teil der palmaren Epidermis aus dem Haftlappen eines erwachsenen Platydactylus muralis.

---

rM = rete Malpighii.	cb = Cuticularbüschel.
sc = stratum corneum.	ch = Cuticularhärchen.
sc, = strat. corneum der jüngeren Generation.	glM = Glatter Muskel.
sl = stratum lucidum.	lr = Lymphräume.
sl, = strat. lucidum der jüngeren Generation.	icZ = Innere Cylinderzellenlage.
	äcZ = Aeussere cubische Zellen.
ähs = Aeussere homogene Schicht.	is = intermediäre Schicht.
	Ep = Epitrichialschicht.